# Chapitre 2:
# Les causes de la croissance: le modèle de Solow

1. Les hypothèses
2. Le modèle de Solow sans progrès technique
3. Le modèle avec progrès technique
4. Les prédictions du modèle



B. Poirine

# I. Les hypothèses du modèle de Solow

Robert Solow, économiste américain, articles parus en 1956 et 1957

Lire le Chapitre 3 de Easterly: la surprise de Solow

# La fonction de production

- $Y = F(A, K,N,R,H)$
- A= Etat de la technique, des connaissances
- K = capital physique
- N = travail (nbre d' emplois ou heures de L)
- R = ressources naturelles
- H = capital humain (éducation, expérience)
- Pour simplifier on laisse de côté R et H


B. Poirine

# 1. Hypothèse des Rendements d'échelle constants

- Doubler ou tripler l'échelle de production => double ou triple la production
- Une économie « fusionnée » avec une autre identique => deux fois plus de facteurs utilisés (K,N) produira deux fois plus
- Multiplier par x la qté de tous les facteurs => on obtient x fois plus de produit
- $F(x.K, x.N\ldots) = xF(K,N,\ldots.)$

# Production et capital

S’il y a des rendements d’échelle constants, on peut réécrire ainsi la relation entre production et capital par travailleur :

$$\frac{Y_t}{N} = f\left(\frac{K_t}{N}\right) = F\left(\frac{K_t}{N},1\right)$$

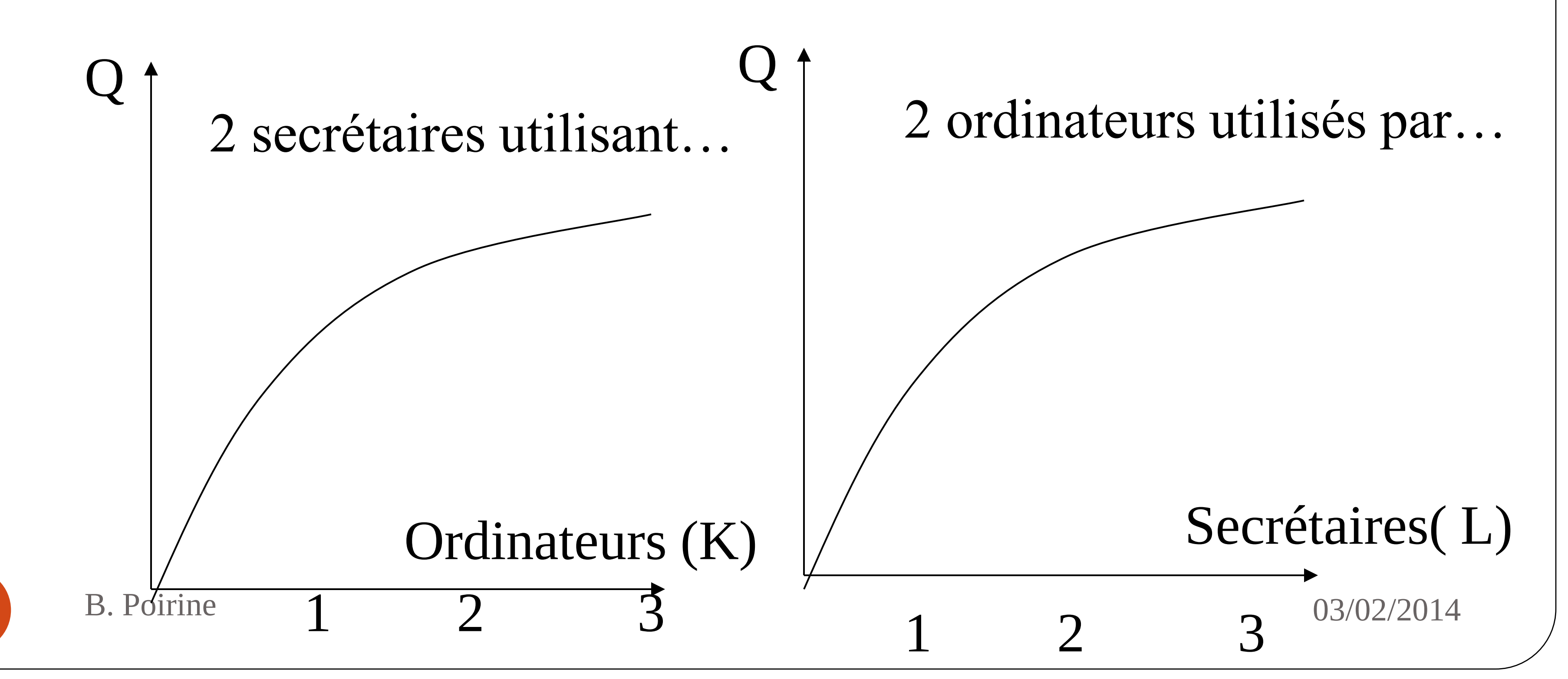
On suppose de plus que:

- *N* est constant

- il n’y a pas de progrès technique : la fonction de production *f* ne change pas au cours du temps

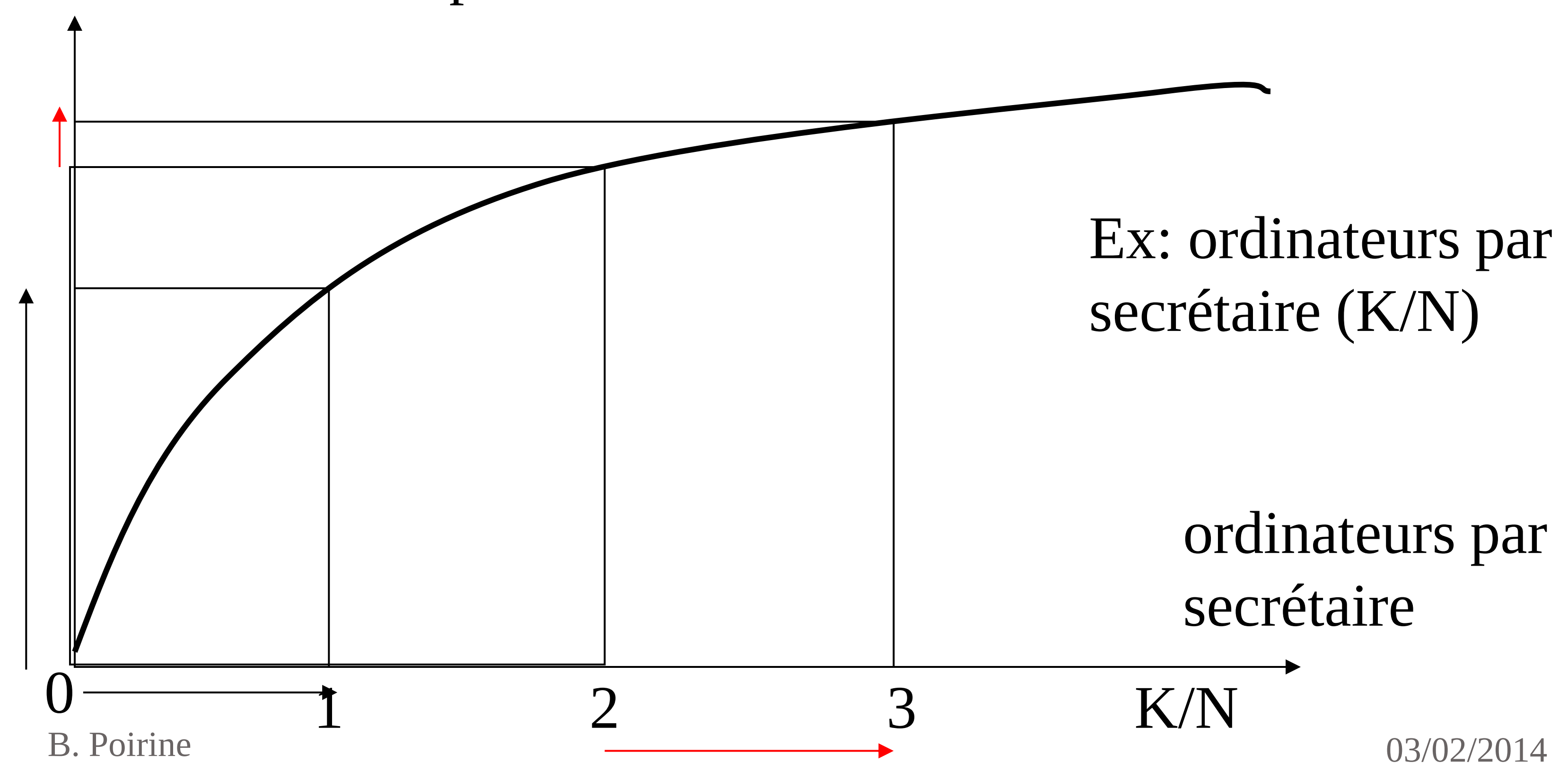
# 2. Hypothèse des rendements factoriels décroissants

- Hausse d'un facteur sans changer la qté des autres facteurs => efficacité décroissante
  - Pool de secrétaires



# Y/N et K/N: efficacité décroissante du K par travailleur

- Rendements constants =>Y/N = F(K/N,N/N) = F(K/N,1)



# Production et investissement

Pour obtenir une relation entre production et investissement, on fait trois hypothèses simplificatrices :

- On suppose que l'économie est fermée : $X = M = 0$
- On ignore également le rôle du gouvernement : $G=T=0$.

Sous ces deux hypothèses, on a :

$$Y = C + I \quad => \quad S = Y - C = I$$

- On suppose que l'épargne privée S est proportionnelle au revenu :

$$S = sY$$

*s* est le taux d'épargne, compris entre 0 et 1.

En combinant ces relations, on obtient :

$$I_t = sY_t$$

L'investissement est proportionnel à la production. Plus la production est élevée, plus l'investissement est important.

# II . Le modèle de Solow

Lire O.Blanchard-D.Cohen: Macroéconomie chap 4

Note mathématique utile pour la suite:

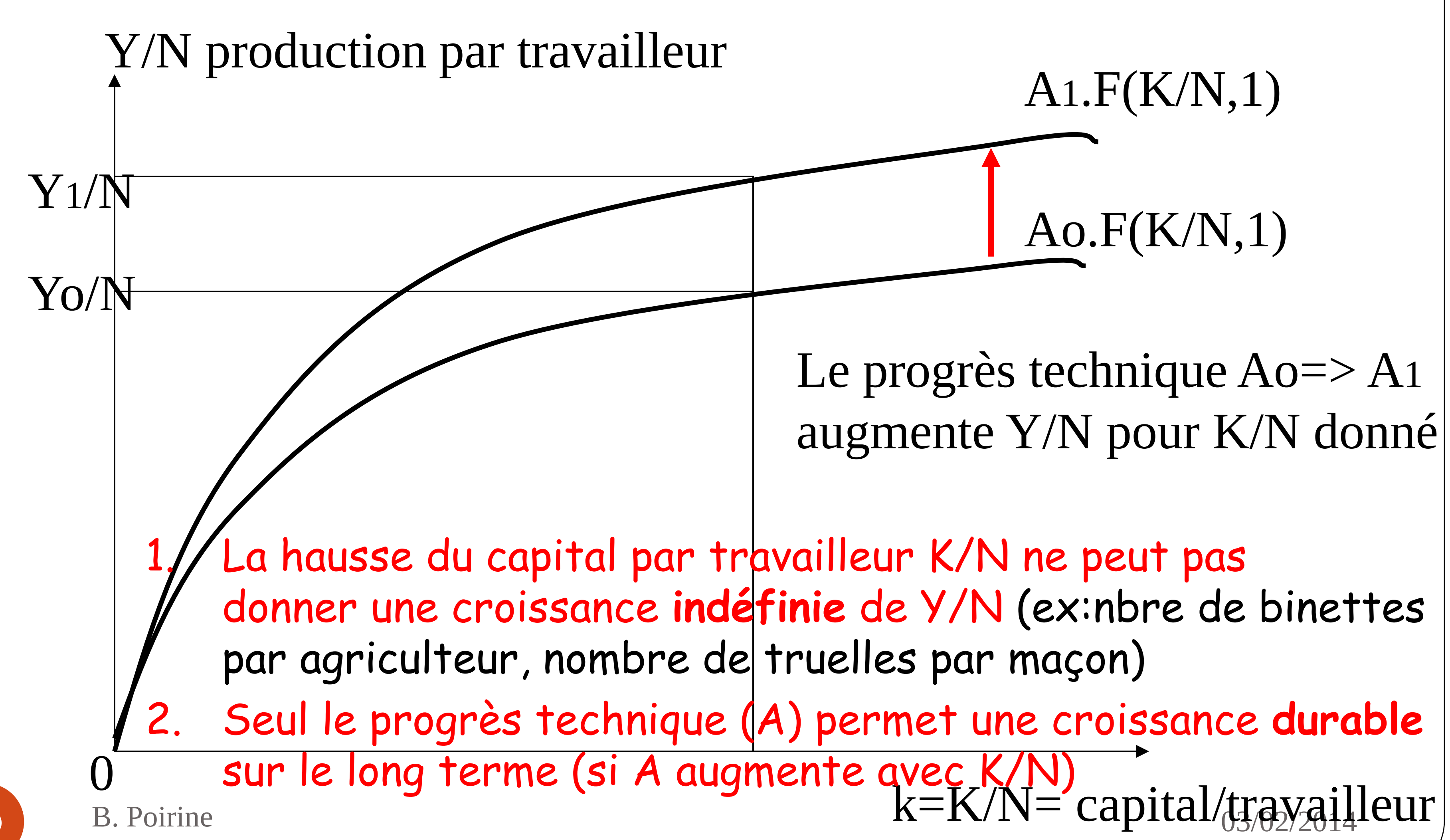
Si A croît de 3% par an et B de 2% par an

A*B croît de: $(1{,}03*1{,}02) - 1 = 0{,}0506 \approx 5\%$ /an (3%+2%)

A/B croît de $(1{,}03/1{,}02) - 1 = 0{,}0098 \approx 1\%$ /an (3%-2%)

L'approximation est valable pour les petits pourcentages

# La hausse de K/N peut-elle donner une croissance durable ?



# Investissement et accumulation du capital

L'évolution du stock de capital est donnée par la relation :

$$K_{t+1} = (1 - \delta)\, K_t + I_t$$

$\delta$ est le taux de dépréciation du capital pdt la période.

En combinant cette relation et la relation entre production et investissement ($I_t = sY_t$), on obtient une relation entre production et accumulation du capital :

$$K_{t+1} = (1 - \delta)\, K_t + sY_t$$

On divise par N:

$$\frac{K_{t+1}}{N} = (1 - \delta)\frac{K_t}{N} + s\frac{Y_t}{N}$$

ou encore :

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s\frac{Y_t}{N} - \delta\frac{K_t}{N}$$

# Evolution dynamique du capital et de la production

$$\frac{Y_t}{N} = f\left(\frac{K_t}{N}\right)$$

- **Le stock de capital détermine le produit.**

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s\frac{Y_t}{N} - \delta\frac{K_t}{N}$$

- **Le produit détermine l'accumulation du capital.**

En combinant ces deux relations, on obtient la relation d'évolution du capital :

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = sf\left(\frac{K_t}{N}\right) - \delta\frac{K_t}{N}$$

| Évolution du capital par tête entre *t* et *t*+1 | = | Investissement de l'année *t* | - | dépréciation de l'année *t* |
|---|---|---|---|---|

# Capital(*stock*) et investissement (*flux*): Métaphore de la baignoire

K/N: stock de capital (= volume d'eau en *litres*)

Epargne = Invt : *s*.Y/N = I/N

= Achat de K nouveau (flux)

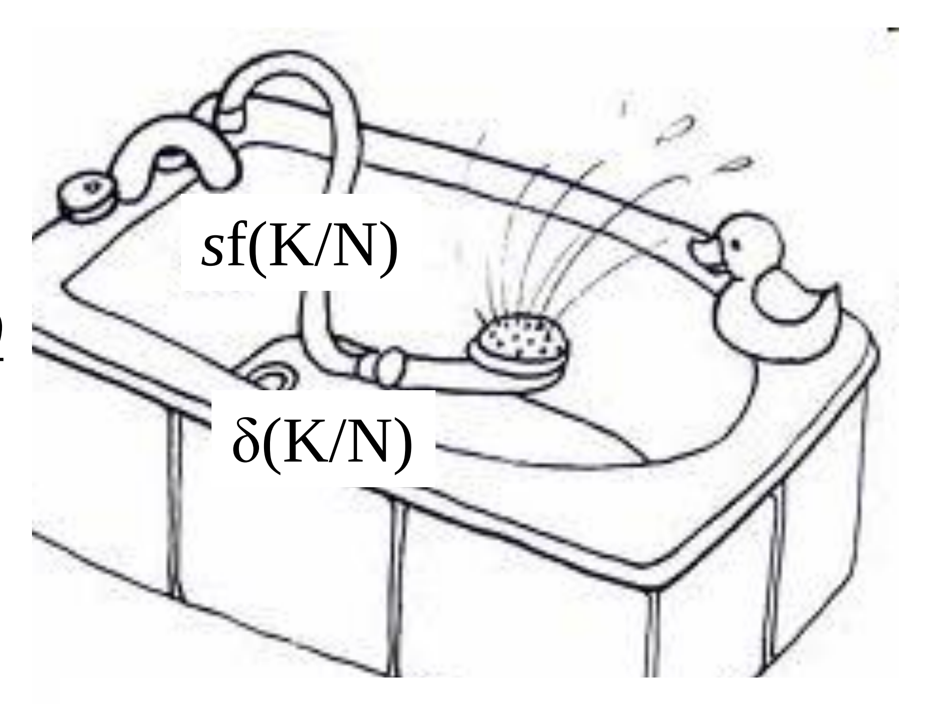
= débit du robinet qui coule dans la baignoire (*litres/heure)*

Dépréciation du capital δ(K/N)

= Débit du trou au fond (flux en *L/heure*)

Si *s*Y/N = δ(K/N) :

Etat stationnaire: le volume d'eau K/N reste constant ds la baignoire




Le volume d'eau (K/N) augmente

Si le débit du robinet (sY/N)

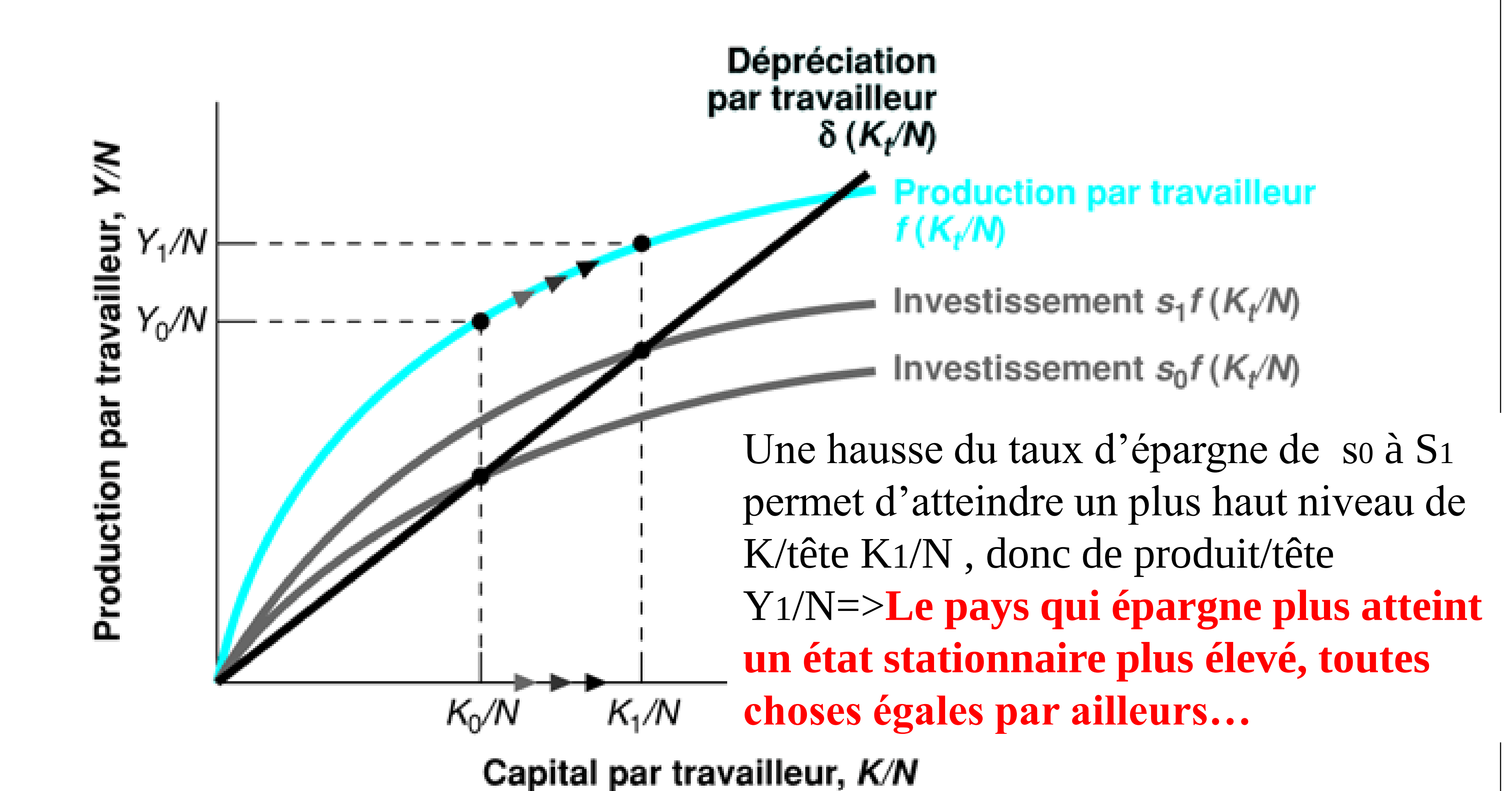
Dépasse le débit du trou (δK/N)

# Sans progrès technique l'économie tend vers un « état stationnaire »

- En l'absence de progrès technique, l'économie tend vers un état stationnaire du capital par tête K/N et du produit par tête Y/N (croissance zéro)
- L'épargne de chaque période *s*Y suffit juste à compenser la dépréciation annuelle du capital δK, donc le K reste constant (le volume d'eau ne change pas ds la baignoire)
- *s*F(K/N) = δ(K/N)

- Cet état stationnaire de K/N dépend:
- **Positivement** du tx d'épargne *s* ( débit du robinet)
- **Négativement** du taux de dépréciation du K : δ (débit du trou d'évacuation)
- **Négativement** du tx de croissance de N (Gn) qui diminue le K par tête K/N: c'est « l'évaporation » de l'eau dans la baignoire).

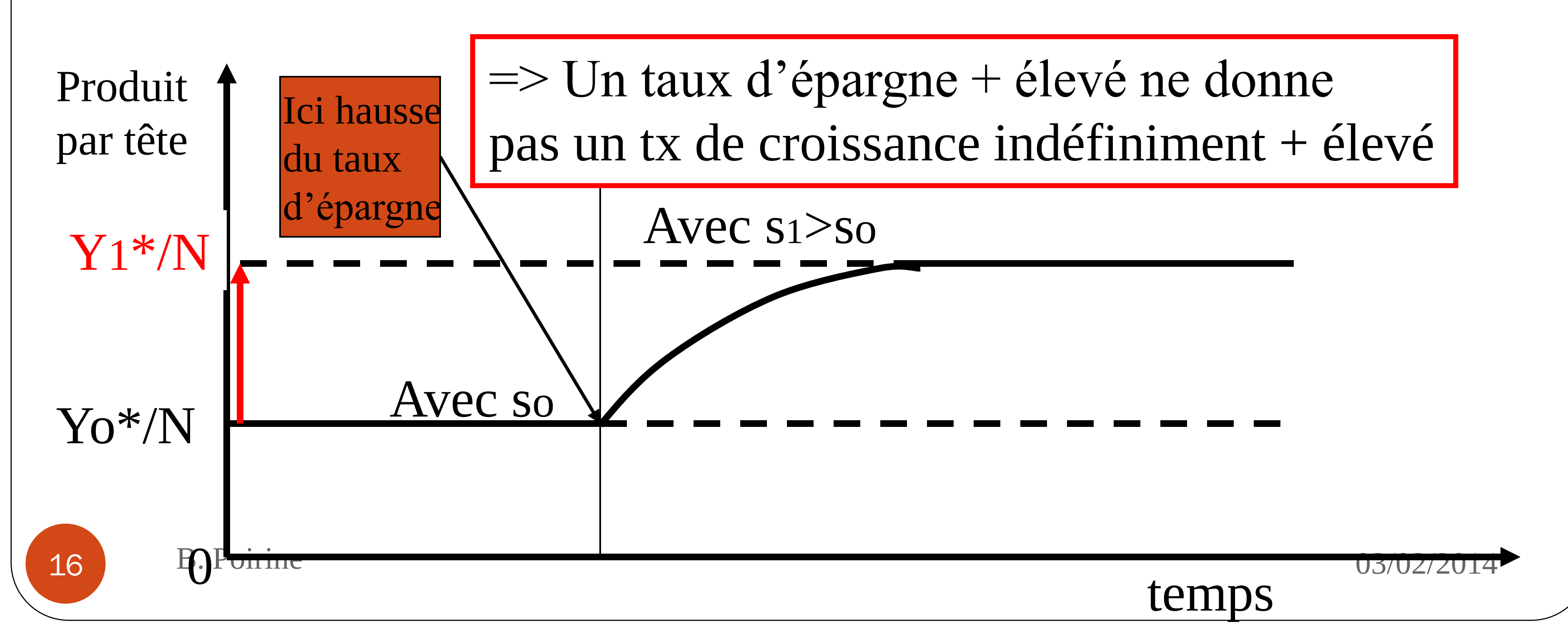
# L'effet d'une variation du taux d'épargne sur l'état stationnaire




Une hausse du taux d'épargne de $s_0$ à $S_1$ permet d'atteindre un plus haut niveau de K/tête $K_1/N$ , donc de produit/tête $Y_1/N$=>**Le pays qui épargne plus atteint un état stationnaire plus élevé, toutes choses égales par ailleurs…**

# L'effet du taux d'épargne sur la croissance du produit par tête

- un taux d'épargne plus élevé permet d'atteindre un produit par tête plus élevé à l'état stationnaire
- Dès que l'investissement excède la dépréciation du K, le débit du robinet > celui du trou, le niveau de l'eau s'élève : le K/N augmente, donc le produit par tête Y/N aussi.
- Mais une fois atteint le nouvel état stationnaire Y1/N la croissance de Y/N s'arrête **=> la croissance obtenue par la hausse du taux d' épargne n'est pas indéfinie**



# III. Solow avec progrès technique

Maintenant on fait varier A

# Introduction du progrès technique

- Sans progrès technique, on arrive à un état stationnaire pour une pop° donnée => pas de croissance indéfinie par la hausse du K/tête puisqu'on arrive à un nouveau « plateau » stationnaire
- Pour les pays « en retard » (sous leur état stationnaire), rattraper le niveau de K/N des pays plus avancés peut permettre d'obtenir une croissance rapide, donc de rattraper leur retard (« convergence »: ils épargnent plus, augmentent A, K/N et H/N, et rattrapent les pays plus avancés: HK, SGP, la Chine…)
- Mais les pays où l'état de la technique et du capital/tête est déjà élevé (riches) **ne peuvent connaître de croissance de Y/N que s'il y a du progrès technique (hausse de A)**

# Le progrès technique a plusieurs dimensions

- produire des biens en plus grande quantité avec un même niveau de capital et de travail (meilleures semences agricoles)
- produire des produits de meilleure qualité pour le même coût (ordinateurs, voitures, TV)
- créer de nouveaux produits plus efficaces pour satisfaire le même besoin (machine à laver le linge ou la vaisselle, lecteurs DVD, système d'exploitation Windows)
- produire une plus grande variété de biens (plus de choix: la voiture personnalisable)
- Il peut permettre de produire plus efficacement par une réorganisation du travail (Ford, Toyota, le travail en réseau en entreprise grâce à internet).

# Introduction du progrès technique dans la fonction de production

- Y= F (K,N,A)
- Hypothèse 1: **Y = F (K, AN)** : le progrès technique démultiplie la force de travail de l'homme (moissonneuse) : ex un doublement de A permet de produire 2 fois plus par travailleur (le PT agit comme des « travailleurs clones »)
  - **AN= « travailleurs effectifs »** (travailleurs **réels + clones**) Si A = 2 chaque travailleur voit sa force de travail doublée, comme si un clone avait été créé qui travaillait « gratuitement » avec lui.
- Hypothèse 2: Rendements d'échelle constants: xY = F (xK,xAN)
- Y/AN = produit par « travailleur effectif »

Changement de variable:

y = Y/AN

k= K/AN

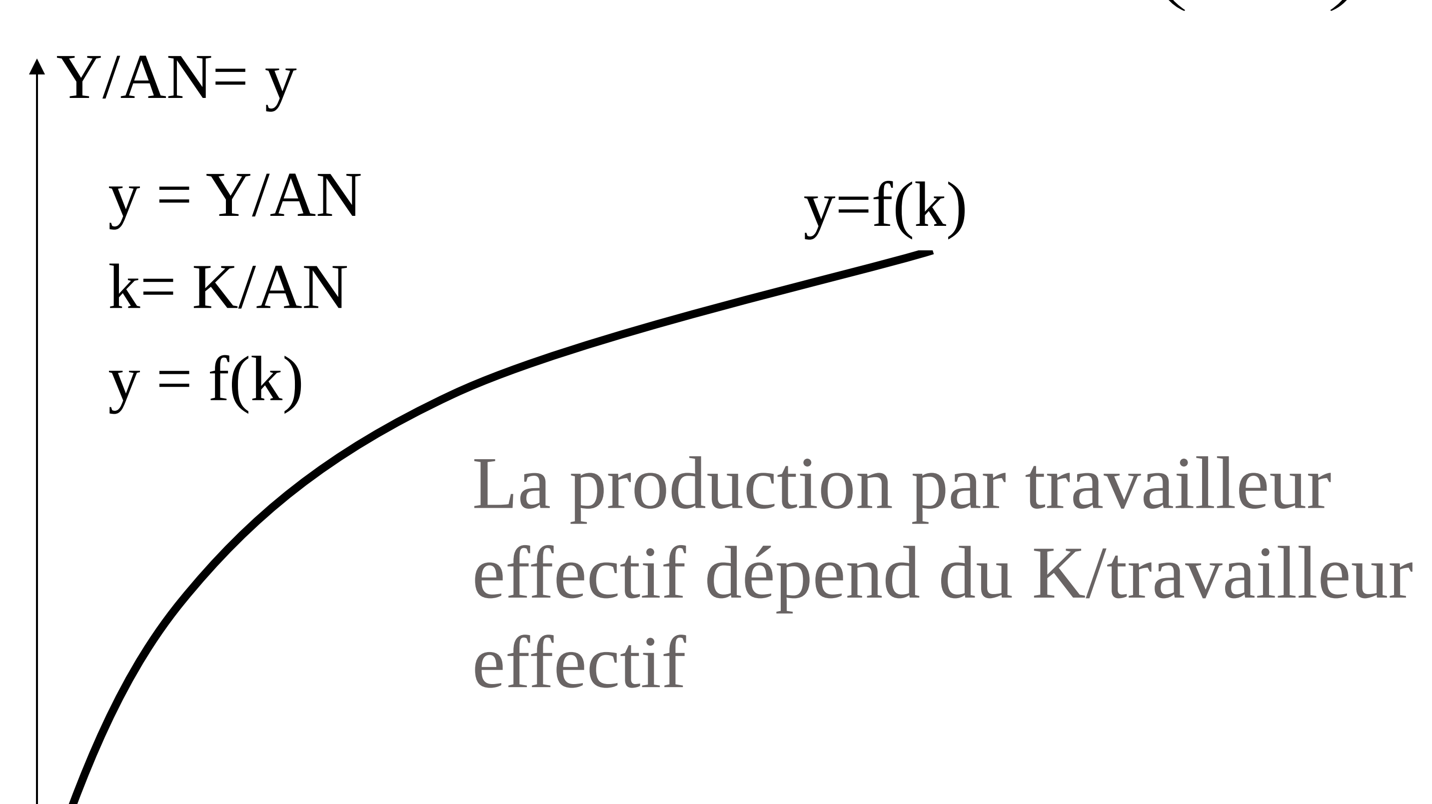
y = f(k)

$$\frac{Y}{AN} = F\left(\frac{K}{AN}, 1\right)$$

$$\boxed{\frac{Y}{AN} = f\left(\frac{K}{AN}\right)}$$

# Hyp 3: Rendement factoriel décroissant du K par travailleur effectif

- I = S = sY <=> $$\frac{I}{AN} = \frac{sY}{AN} = sf\left(\frac{K}{AN}\right)$$



# Capital(K/AN) et investissement (sY/AN): Métaphore de la baignoire

K/AN stock de capital par travailleur effectif =

Invt : *s*.(Y/AN) = I/AN

= Achat de K/AN (flux)

= débit du robinet qui coule dans la baignoire (*litres/heure)*

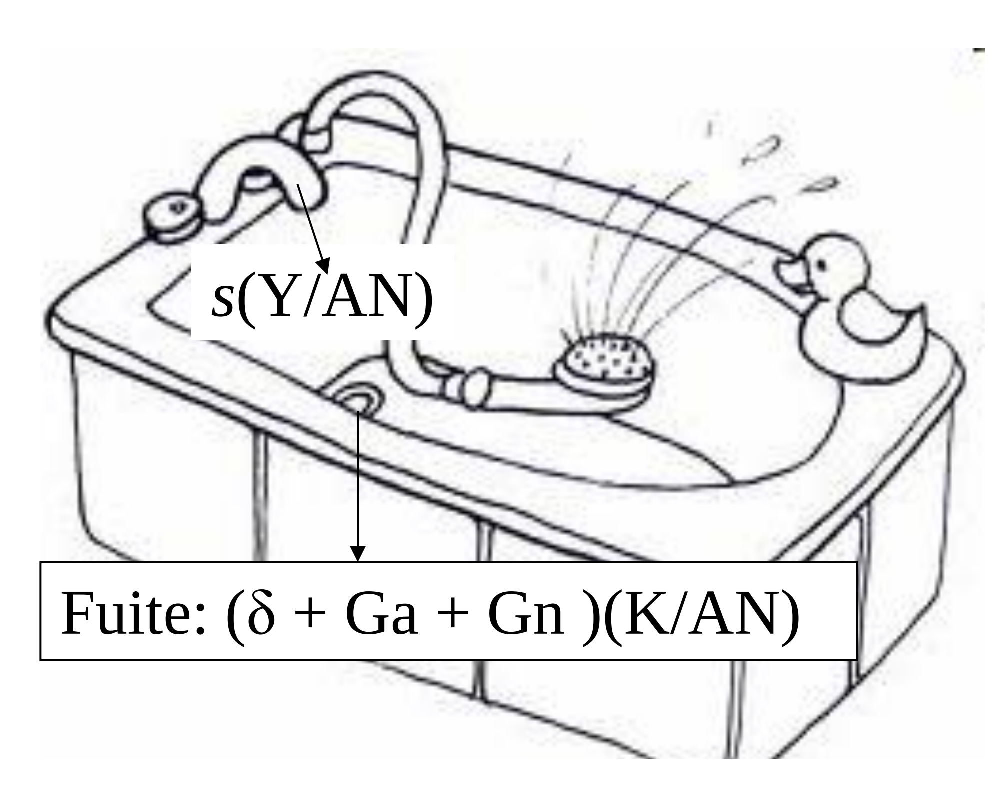
Fuite de K/AN : par dépréciation δK, par hausse de A et par hausse de N:

(δ + Ga + Gn) (K/AN)

Si s(Y/AN) = I/AN

(δ + Ga + Gn) (K/AN) :

Etat stationnaire: le volume d'eau reste constant



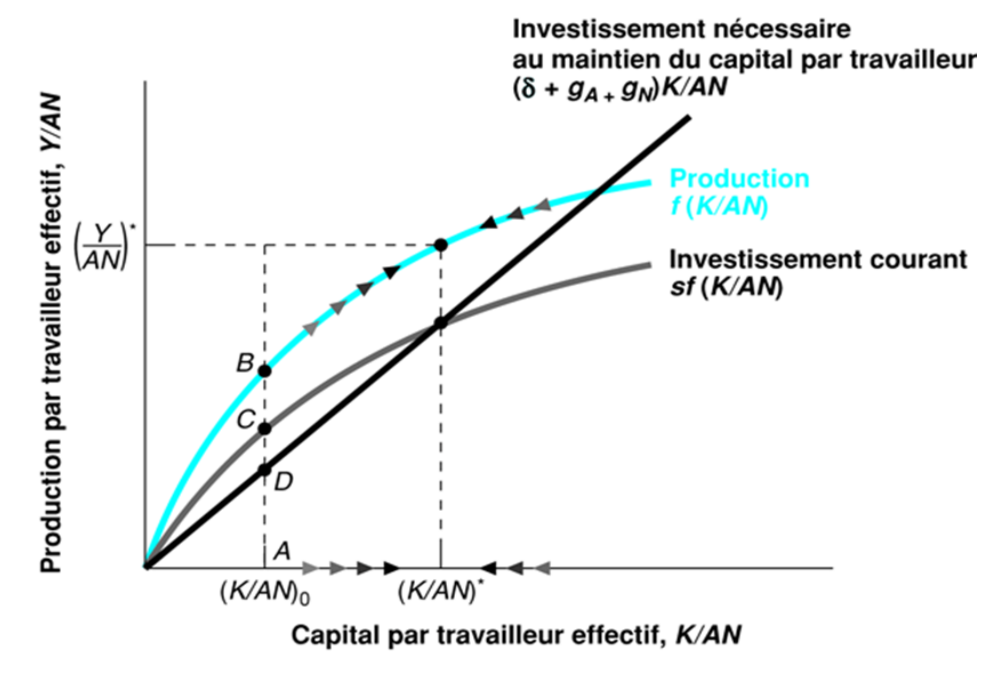

Le volume d'eau K/AN augmente

Si le débit du robinet s(Y/AN)

Dépasse le débit du trou

(δ + Ga + Gn) (K/AN)

# Croissance équilibrée




- Le sentier de croissance équilibrée est atteint lorsque:
- l'investissement courant par travailleur efficace: $s\left(\frac{Y}{AN}\right) = sf\left(\frac{K}{AN}\right)$ est égal à:
- L'investissement nécessaire pour maintenir constant le capital par travailleur efficace $(\delta + Ga + Gn)\left(\frac{K}{AN}\right)$

# La croissance équilibrée (à taux constant) avec progrès technique

- L'équivalent de l'état stationnaire : la croissance à taux constant ou « sentier de croissance équilibrée »
- **le taux de croissance de Y est constant lorsque Y/AN et K/AN sont constants** d'une période à l'autre (le niveau de l'eau ne change pas dans la baignoire)
  - rendement d'échelle constant => les facteurs K et AN augmentent au même taux => K /AN constant => K augmente au même rythme que AN
  - Si la croissance de K > celle de AN alors K/AN augmente et il y a rendement décroissant du K => croissance de moins en moins rapide de Y/AN
- <=> croissance de K ($G_K$) et de Y($G_Y$) = croissance de AN
- <=> $G_K = G_{AN} = G_A + G_N$

Note: tx de croissance de AB = tx de croissance de A + Tx de croissance de B

Approximativement vrai pour de petits pourcentages

# La croissance équilibrée (croissance à taux constant)

- (Y/AN) constant => **Tx croissance de Y = $G_A + G_N$**
- Le tx de croissance du produit = tx croissance progrès technique + tx croissance population
- => A LT (croissance équilibrée) **le tx de croissance est <u>indépendant du taux d'épargne</u>**
- le produit <u>par *tête*</u> *Y/N* croît au tx de croissance de Y (**$G_A + G_N$**) moins celui de N(**$G_N$**) => au **taux $G_A$**

⇒ **taux de croissance du produit par tête =**

**Note: tx de croissance de A/B = tx de croissance de A - Tx de croissance de B)**

Approximativement vrai pour de petits pourcentages annuels

# Le sentier de croissance équilibrée

***Les caractéristiques du sentier de croissance équilibrée***

| **Variable** | **Taux de croissance** |
|---|---|
| 1. Capital par travailleur effectif K/AN | 0% |
| 2. Production par travailleur effectif Y/AN | 0% |
| 3. Capital par travailleur K/N = (K/AN)*A | $g_A$ |
| 4. Production par travailleur Y/N = (Y/AN) * A | $g_A$ |
| 5. Travail N | $g_N$ |
| 6. Capital K | $g_A + g_N$ |
| 7. Production Y = (Y/AN) * (AN) | $g_A + g_N$ |

# IV. Les prédictions du modèle

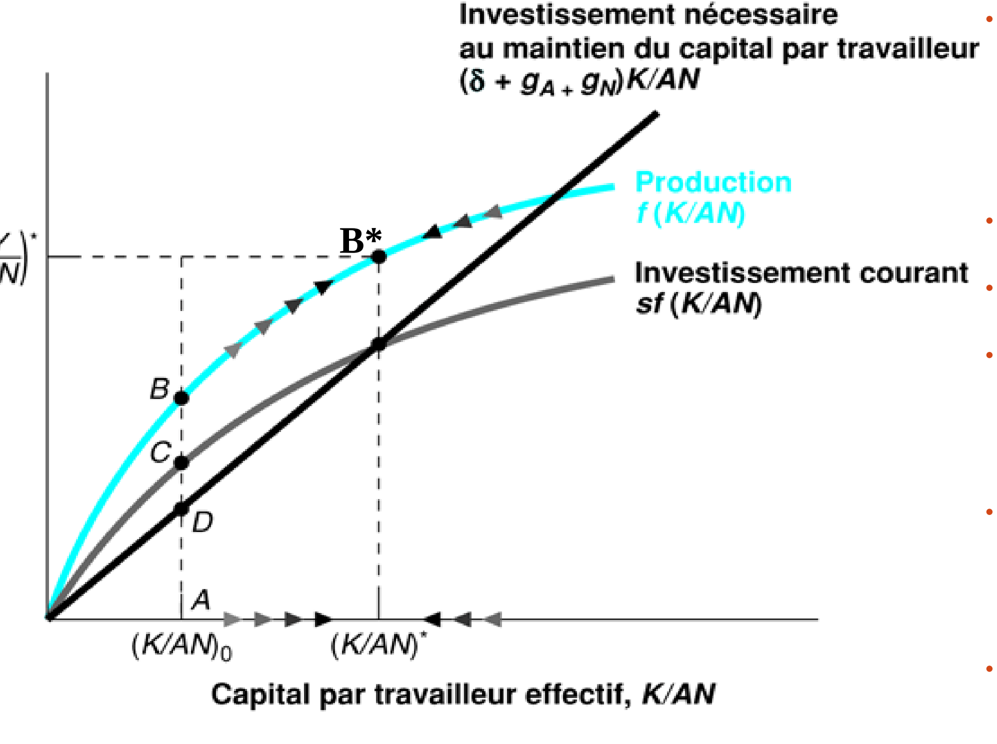
Lire chapitre 3 Easterly

# A long terme dans les pays industriels avancés, le progrès technique détermine la croissance du produit par tête

| **Taux de croissance de la production par habitant et taux de progrès technique dans quatre pays riches, 1950-2003** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Croissance de la production par habitant (%)** | | | **Taux de progrès technique (%)** | | |
| | **1950-1973 (1)** | **1973-2003 (2)** | **Variation (3)** | **1950-1973 (4)** | **1973-2003 (5)** | **Variation (6)** |
| **France** | **4.8** | **2.0** | **-2.8** | **5.3** | **1.6** | **-3.7** |
| **Japon** | **7.1** | **2.0** | **-5.1** | **7.0** | **1.3** | **-5.7** |
| **Royaume-Uni** | **3.4** | **1.7** | **-1.7** | **3.7** | **1.8** | **-1.9** |
| **Etats-Unis** | **2.7** | **1.3** | **-1.4** | **2.9** | **1.4** | **-1.5** |
| **Moyenne** | **4.5** | **1.7** | **-2.8** | **4.7** | **1.5** | **-3.2** |

• Rattrapage des USA par l'Europe et le Japon après la guerre (50-73)
= Rattrapage du K/tête et progrès technique plus rapide (imitation des méthodes US)
• Ralentissement de la croissance après 1973 = ralentissement du taux de progrès technique

# Rattrapage du sentier de croissance équilibrée:L'exemple de l'après-guerre

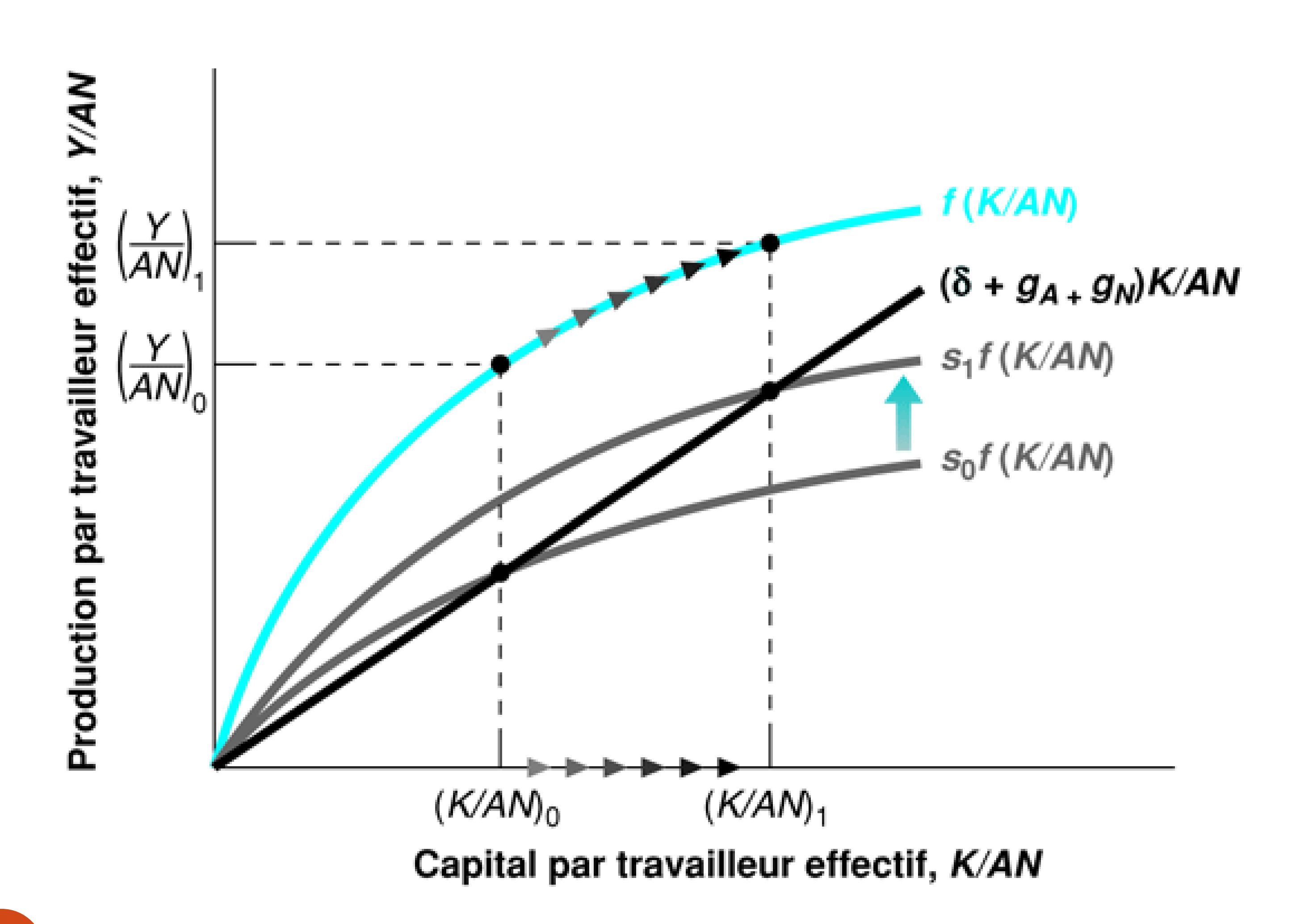



- En 1945, la France avait souffert de très lourdes pertes, le stock de capital en 1945 était 30% plus faible qu'avant la guerre. Elle était en B (sous-capitalisée) avec AC>AD:
- Invest courant > Invt nécessaire…
- => Hausse de K/AN
- le pays est passé de B en B*: il a connu une croissance accélérée de la production : 9,6% par an entre 1946 et 1950
- Une fois en B* la croissance s'est ralentie à environ 4-5%/an (rythme du progrès technique + croissance du facteur L).
- Progrès technique rapide car on copiait les innovations américaines
- => européens et japonais ont connu une croissance plus rapide que les USA (rattrapage de la productivité américaine)

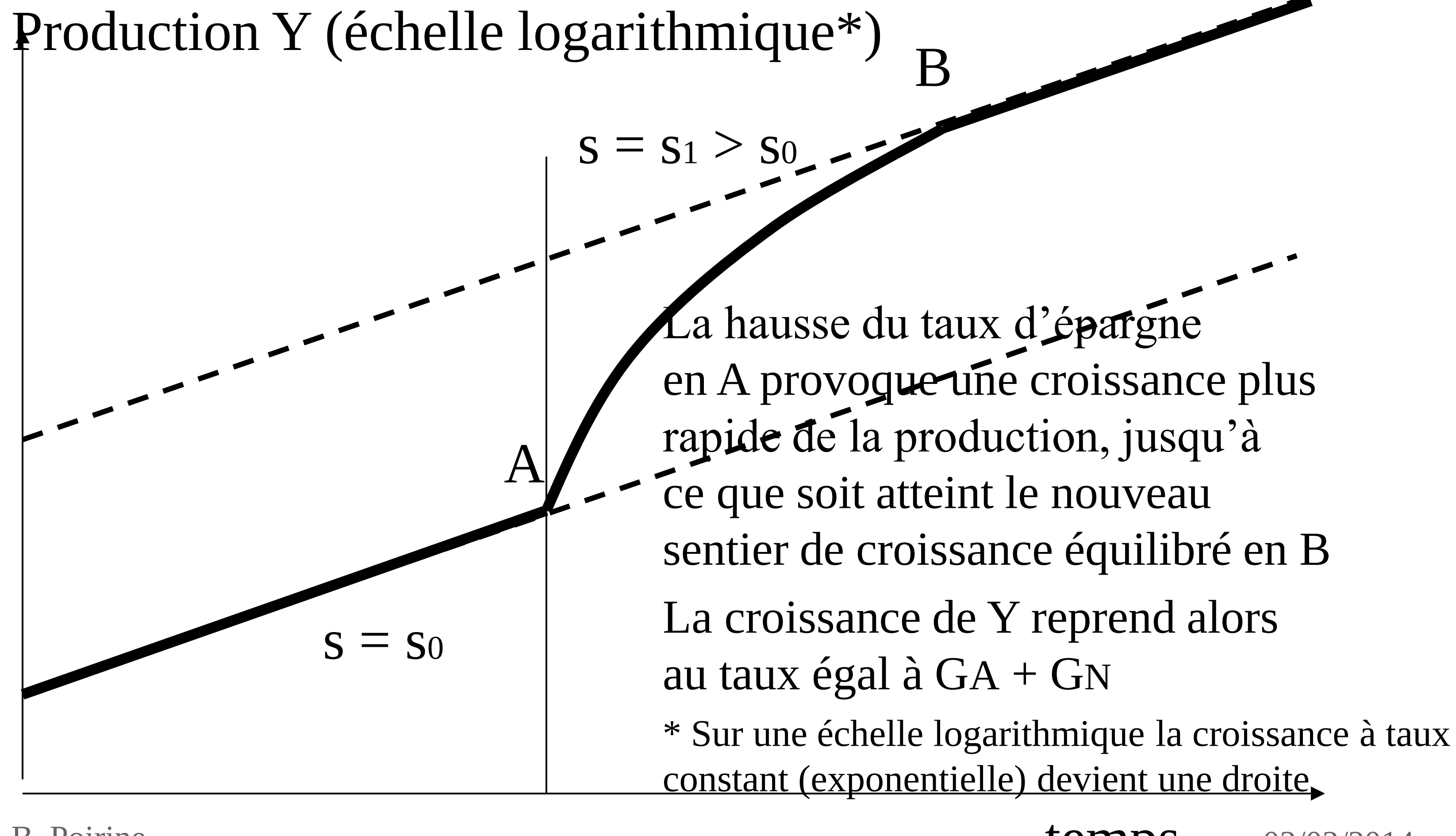
# Illustration: Les « miracles » allemands et japonais après la guerre

- Les deux pays vaincus après 1945 ont subi des destructions massives de capital.
- Les 2 pays sortent de la guerre dans un état de pauvreté extrême.
- Le PIB/hab s'accroît de 1948 à 1972
  - De 8,2% par an au Japon
  - De 5,7% par an en Allemagne
  - Contre 2,2% aux USA
- Causes:
  - Sous capitalisés au départ => Convergence vers leur sentier de croissance équilibrée de LT
  - Imitation du modèle américain => rattrapage du niveau technologique US => Ga croît + vite qu'aux USA (cf tableau diapo 19).

# L'effet d'une variation du taux d'épargne: hausse de la production par travailleur effectif



# Effet d'une hausse du taux d'épargne

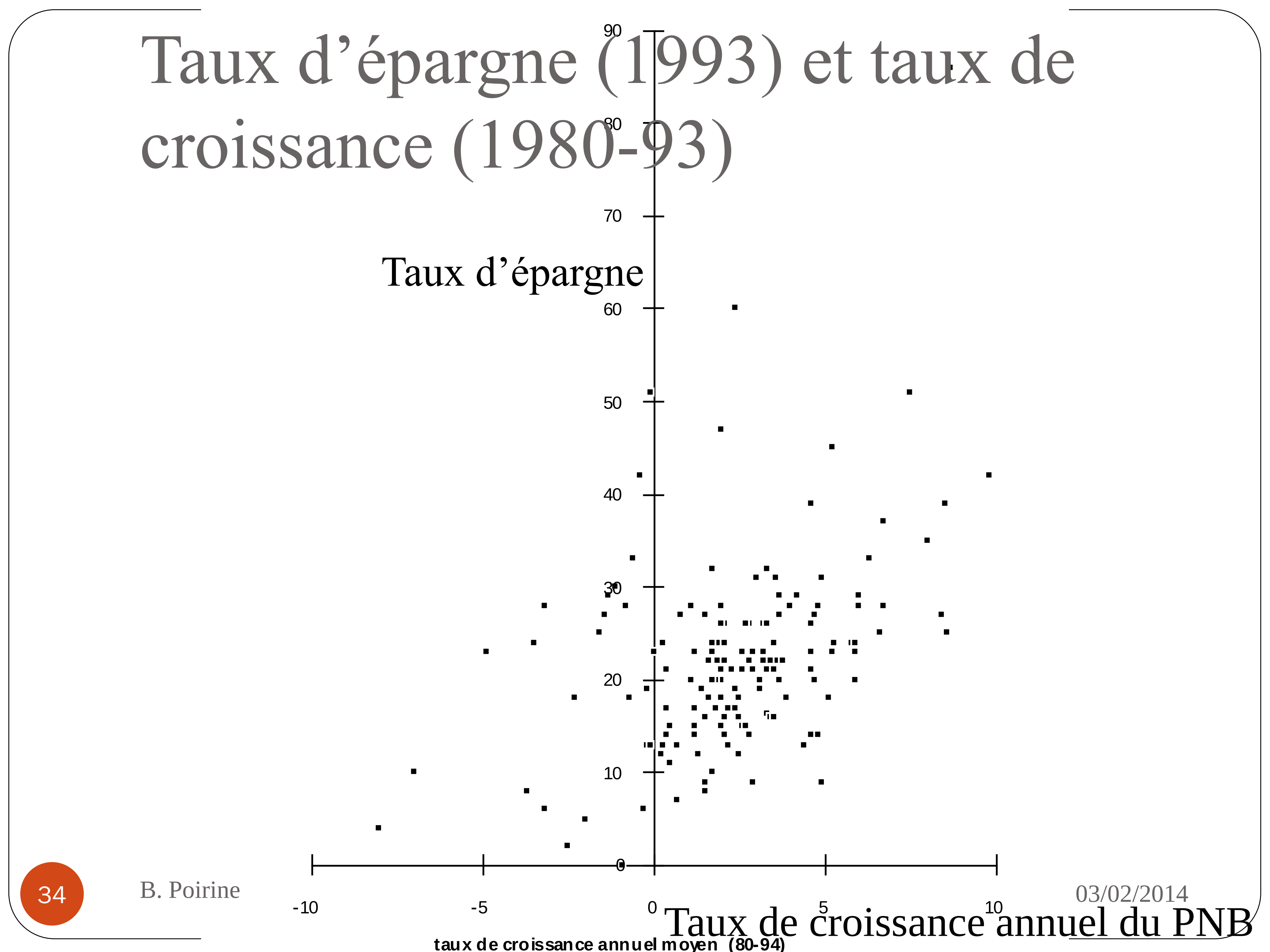


# Taux d'épargne (1993) et taux de croissance (1980-93)

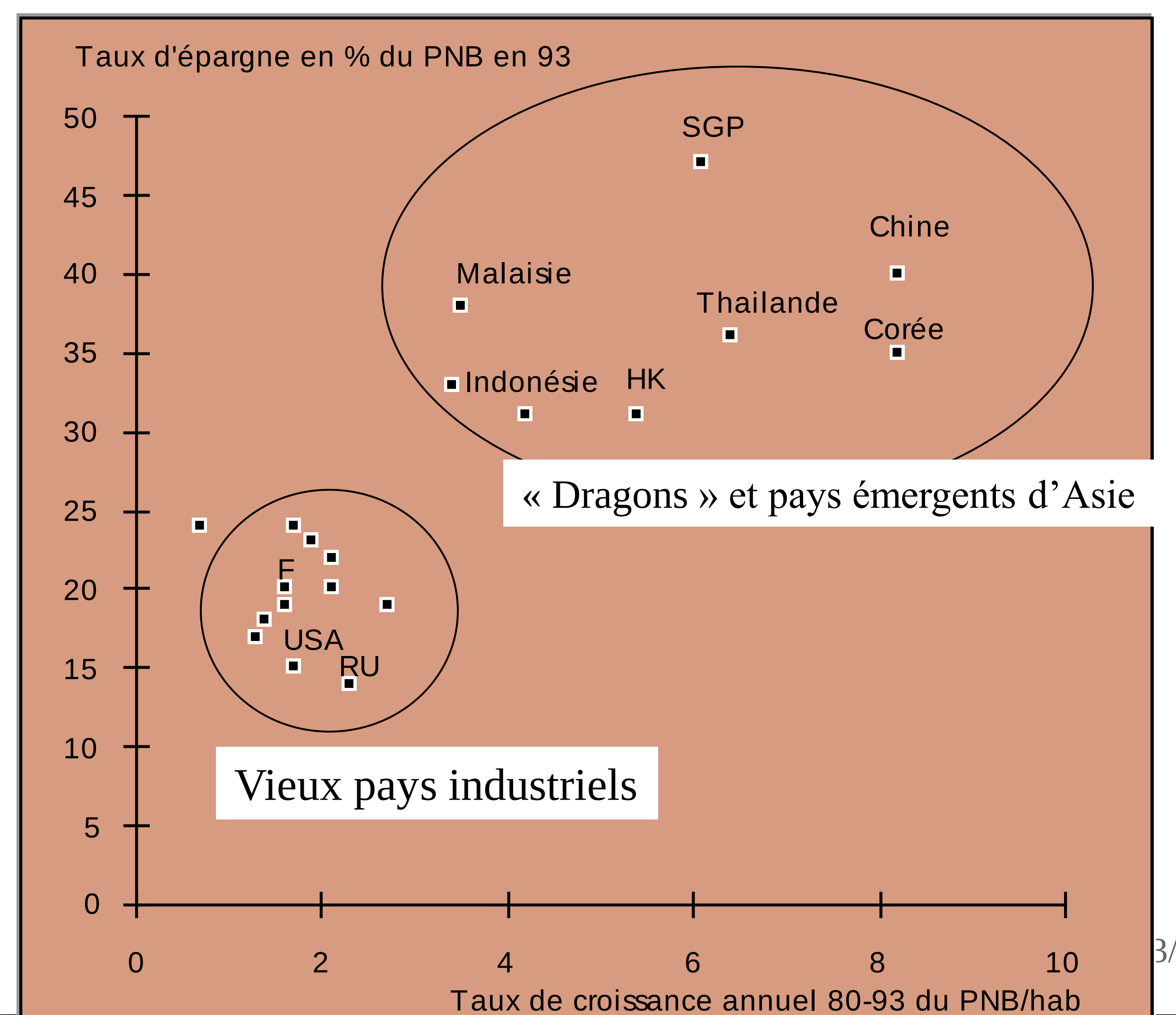
- Ainsi, malgré de faibles revenus, les chinois épargnent en 1993 40% du PNB, les singapouriens 47%, les coréens 36%, les thaïlandais 36%, alors que les français sont à 20%, les américains du nord à 15%, et les "pays les moins avancés" (pour la plupart des pays africains) sont à 5%.
- Les quatre premiers pays ont depuis 1980 un taux de croissance du PIB par habitant de 6 à 8% par an de 1980 à 1993, alors que la France est à 1,6% par an, et les "pays les moins avancés" à 0,5% par an.
- => Les pays émergents d'Asie, sous-capitalisés au départ, « convergent » vers les pays industriels occidentaux, conformément au modèle de Solow.

| | Tx de croissance annuel du PNB par hab.1980-93 | Epargne intérieure % du PNB |
|---|---|---|
| Chine | 8,2 | 40 |
| Corée du sud | 8,2 | 35 |
| Thailande | 6,4 | 36 |
| Singapour | 6,1 | 47 |
| Hong Kong | 5,4 | 31 |
| Indonésie | 4,2 | 31 |
| Malaisie | 3,5 | 38 |
| Japon | 3,4 | 33 |
| Espagne | 2,7 | 19 |
| Royaume Uni | 2,3 | 14 |
| Italie | 2,1 | 20 |
| RFA | 2,1 | 22 |
| Belgique | 1,9 | 23 |
| Etats Unis | 1,7 | 15 |
| Pays-Bas | 1,7 | 24 |
| Australie | 1,6 | 19 |
| *France* | *1,6* | *20* |
| Canada | 1,4 | 18 |
| Suède | 1,3 | 17 |
| Nelle Zélande | 0,7 | 24 |

# Taux d'épargne (1993) et taux de croissance (1980-93)



# Taux d'épargne (1993) et taux de croissance (1980-93)



# Investir plus permet une croissance plus forte

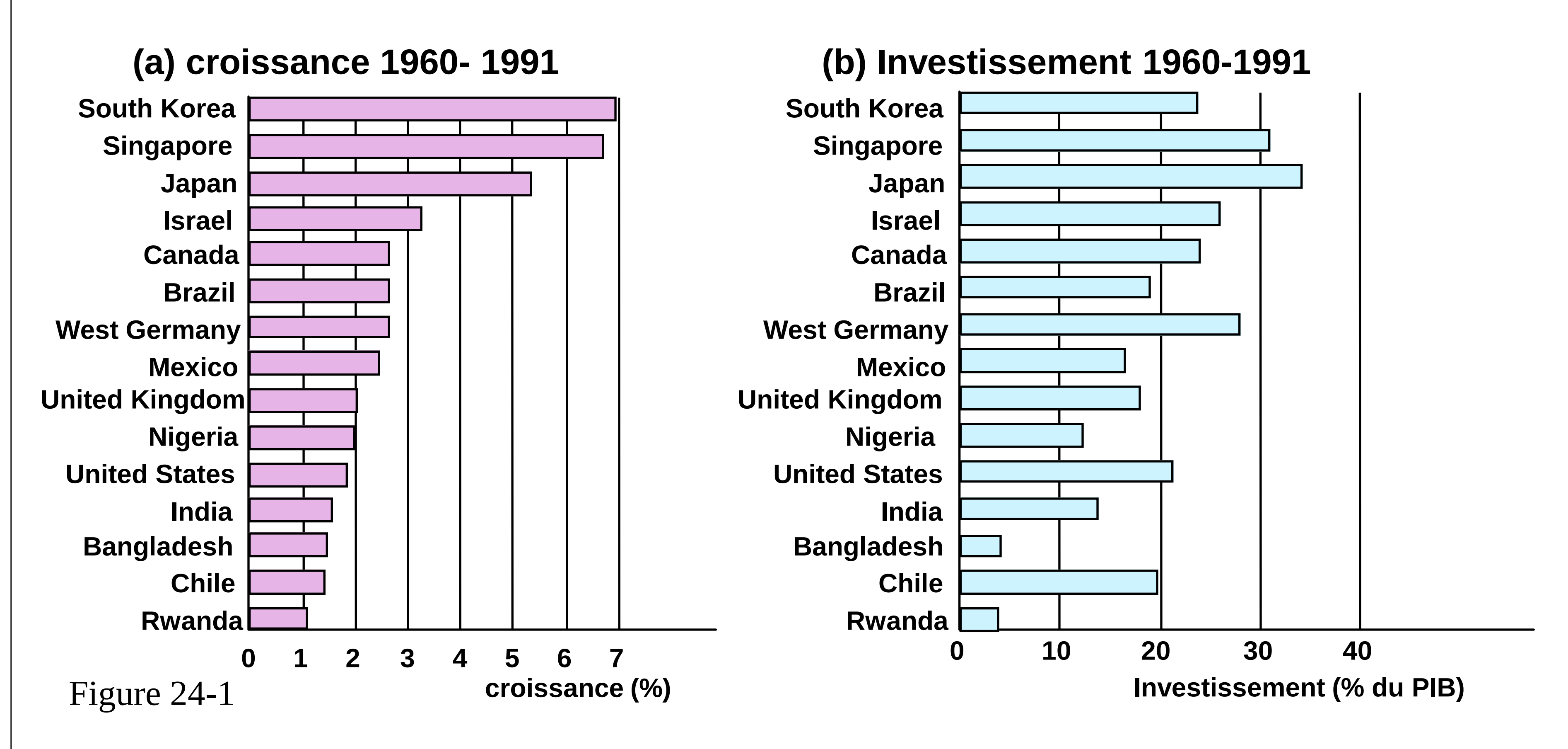



Figure 24-1

# Chap 3. Convergence des économies et capital humain

# La convergence des économies se vérifie-t-elle ?

D'après Solow, des économies sous-dotées en capital tendent à converger vers celles qui sont déjà à leur état stationnaire, toutes choses égales par ailleurs.

# Convergence des p. industrialisés

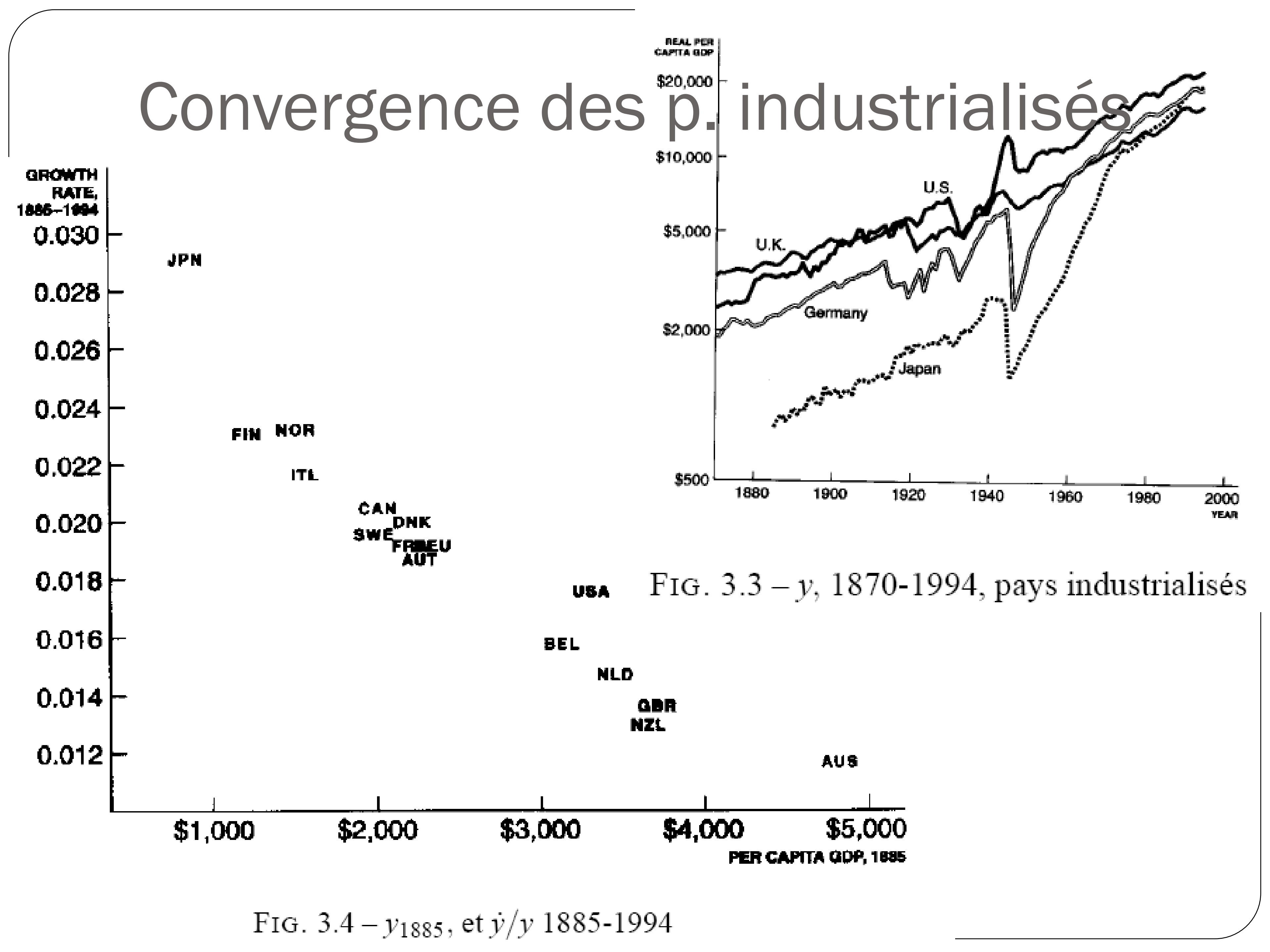



FIG. 3.3 – $y$, 1870-1994, pays industrialisés

FIG. 3.4 – $y_{1885}$, et $\dot{y}/y$ 1885-1994

# Convergence des pays de l’OCDE (organisation de coopération et de développement économique)

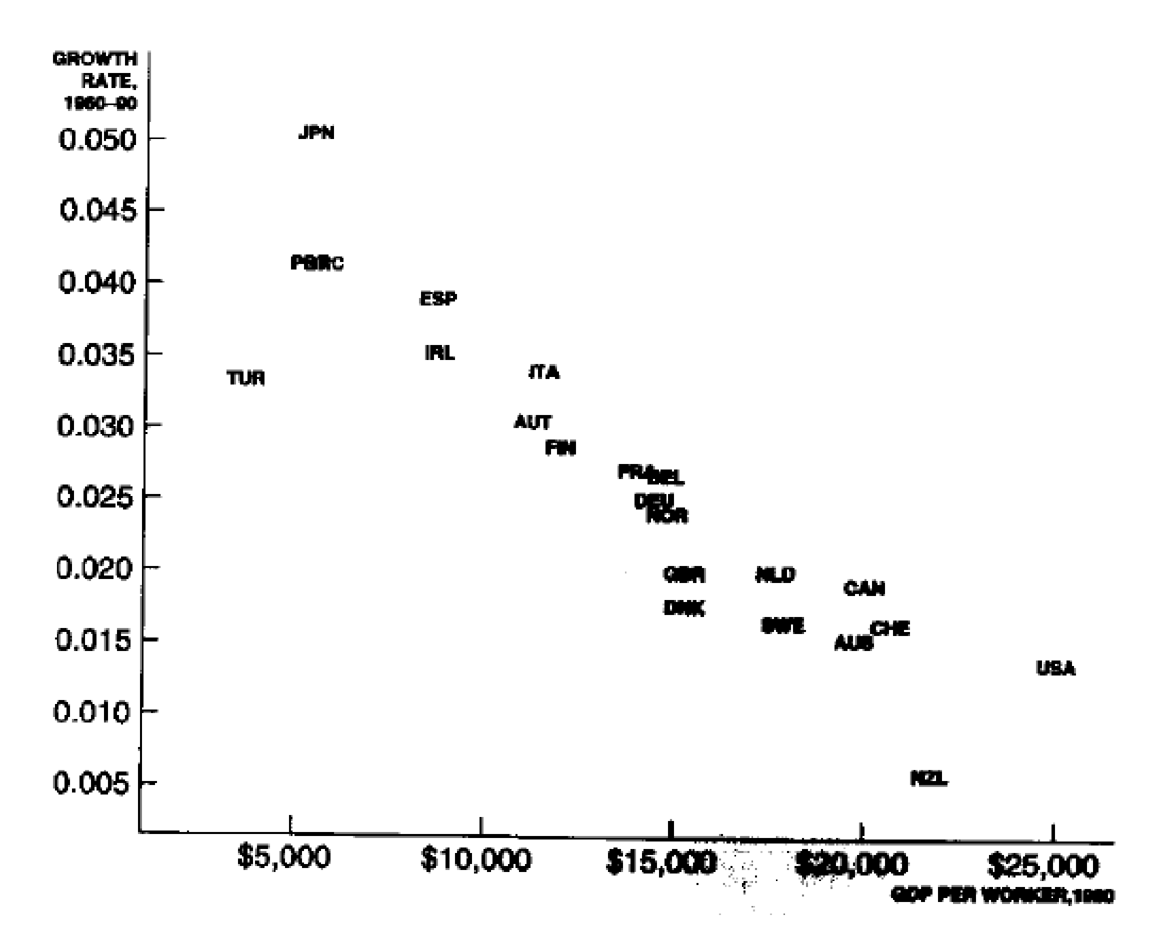



Fig. 3.5 – Convergence dans l’OCDE 1960-90

# Absence de convergence dans le monde 1960-1990

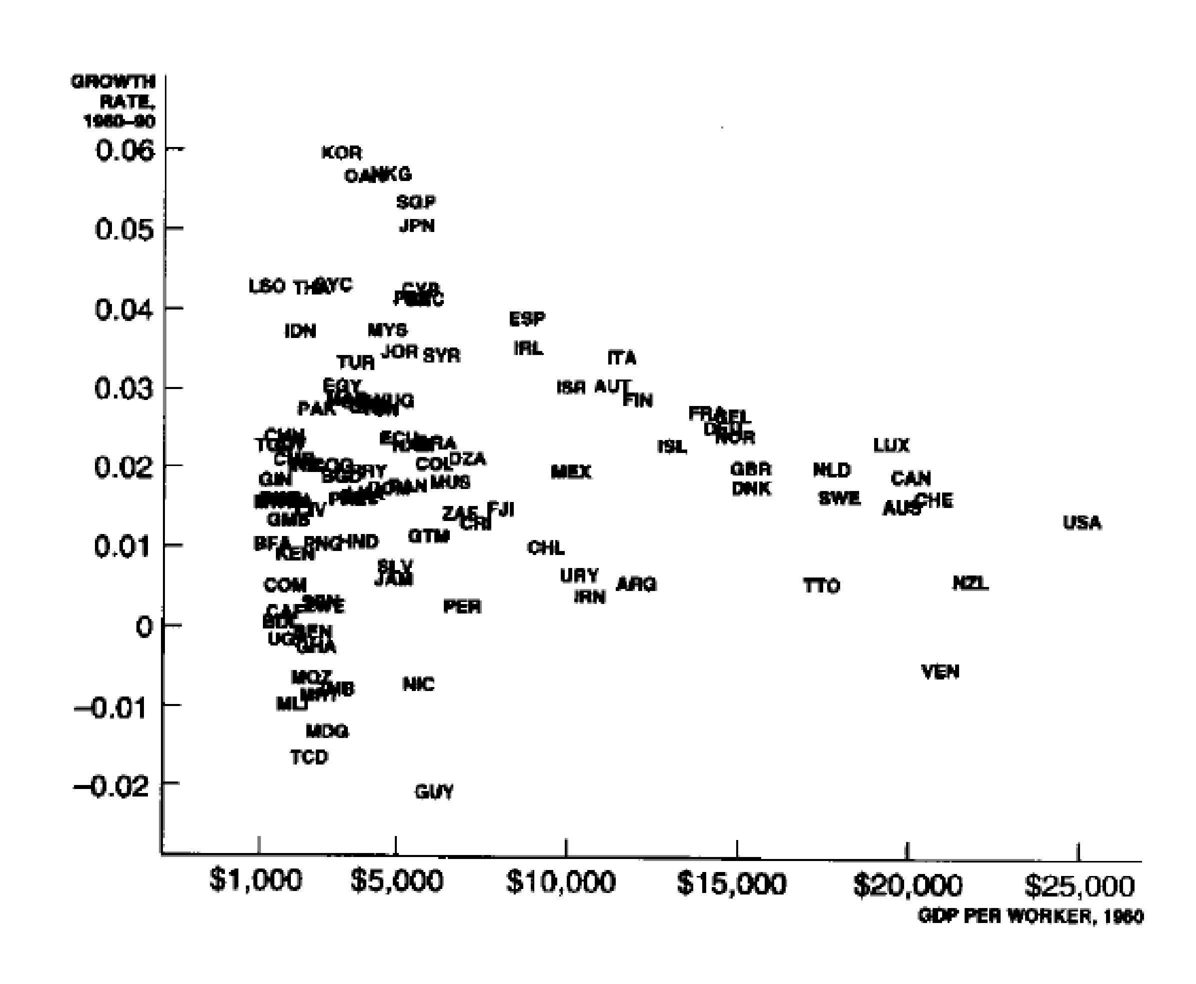
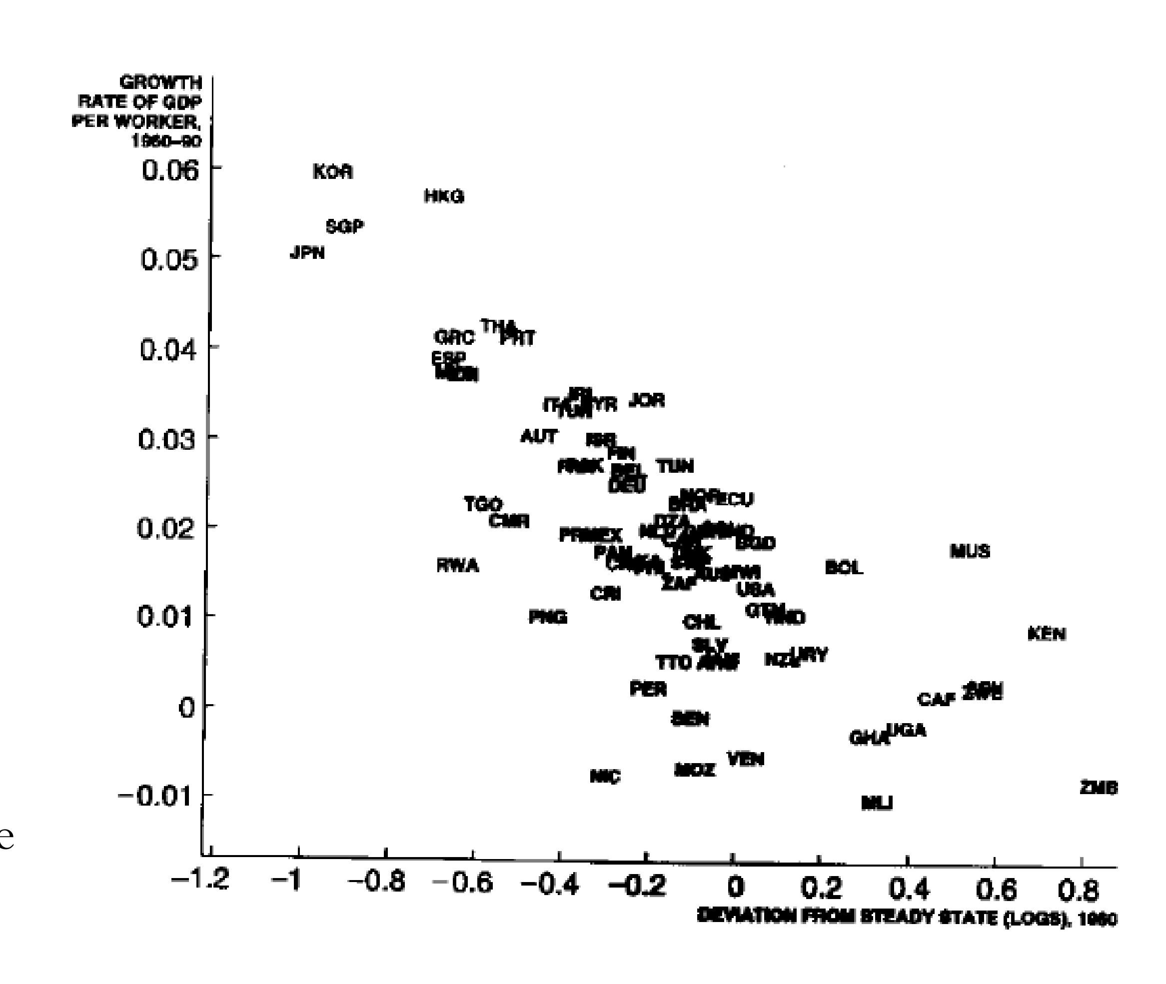



FIG. 3.6 – Absence de convergence dans l'économie mondiale, 1960-90

# Convergence conditionnelle (1960-1990)

- On calcule pour chaque économie la déviation par rapport à son état stationnaire calculé en 1960 (si le signe est négatif, c'est que l'économie est sous-dotée en capital au départ)
- On vérifie que le taux de croissance ultérieur dépend de cette déviation, pour toutes les économies du monde




3.8 – Convergence conditionnelle, 1960-90, économie mondiale.

# La convergence des économies se vérifie-t-elle ?

- ne se vérifie pas pour les pays africains (sauf l'Afrique du Sud), dont le retard technologique et en capital humain est important, et pour certains pays d' Am du Sud, comme l'Argentine, qui a décliné au XX° siècle (problème d'institutions que nous verrons plus loin)
- Pb: la convergence n'est valable que pour des économies <u>semblables au niveau des autres variables que le capital physique: même capital humain, mêmes institutions, même niveau technologique</u>. C'est loin d'être le cas en réalité
- Ex de la Chine: avant 1978 elle refusait de s'ouvrir aux investissement étrangers, puis elle s'est ouverte largement (d'abord aux investissements chinois de Hong Kong, Singapour et Taiwan, puis aux multinationales européennes et américaines).
  - Elle s'est alors mise à « converger » (croissance très rapide)
- Ex des ex-pays communistes d'Europe de l'Est (coupés des échanges avec l'Ouest jusqu'en 1990). Ils convergent vers les pays d'Europe de l'Ouest depuis
- Pb: l'état stationnaire peut être très faible si le niveau technologique reste très bas, par exemple si
  - le niveau d'éducation est si faible que les nouvelles technologies ne peuvent être assimilées, en particulier si les incitations à acquérir de l'éducation n'existent pas
  - si les institutions entravent le développement de la libre entreprise et de la concurrence, ce qui empêche l'adoption d'innovations
    - la productivité est plus faible dans les pays protectionnistes ou dans les secteurs protégés de la concurrence internationale,
    - l'innovation est nulle dans les éco planifiées sans aucun secteur privé
  - si les transferts de technologie sont entravés par des restrictions décourageant l'investissement étranger, ou décourageant la libre entreprise.

# VI. Introduction du capital humain dans le modèle (Mankiw)

# Introduction du capital humain dans le modèle de Solow

- Supposons maintenant que la production est réalisée en combinant le capital physique avec le capital humain, $H$ suivant une fonction Cobb-Douglas
- $Y = K^{\alpha} (AH)^{1-\alpha}$ (1)
- où $A$ représente un progrès technique renforçant le travail. $A$ croît au taux exogène $g$.

# L’introduction du capital humain

- Les travailleurs de cette économie peuvent augmenter leur qualification en choisissant de consacrer du temps à leur éducation au lieu de travailler. Soit $u$ la fraction du temps d’un individu réservée à l’éducation (1-u) étant consacré à la production. Si la population est donnée par $Nt$
- Le travail de base utilisé dans la production est $Lt = (1 - u)Nt$ .
- L’éducation transforme le travail de base en travail qualifié selon la relation
- $Ht = e^{\psi u} \cdot Lt$ (2) (Si u augmente d’un an, H augmente de $\psi$%) (proche de 10%)

# L'introduction du capital humain

- Sur le sentier de croissance équilibré, on a

$$y_t^* = \left(\frac{s_K}{n+\delta+g}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} \cdot h \cdot A_t$$

Où y = Y/L, h= H/L, A= niveau technologique, $s_K$ = taux d'épargne *n*= taux de croissance de N, δ= taux de dépréciation du K, g = tx de croissance du progrès technique

⇒le capital humain par travailleur *h*, et le niveau technique A, augmentent la productivité du L à l'état stationnaire => le niveau d'éducation explique une partie des différences de y*

⇒ On peut utiliser ce modèle pour expliquer les différences de produit par tête entre les nations (Hall et Jones 1999)

# Produit par travailleur: Explication des différences

## Le modèle de Hall et Jones (1999)

Expliquer les Différences:

France/USA

France/URSS

Chine/USA

TABLE I
PRODUCTIVITY CALCULATIONS: RATIOS TO U. S. VALUES

| Country | $Y/L$ | Contribution from $(K/Y)^{\alpha/(1-\alpha)}$ | $H/L$ | $A$ |
|---|---|---|---|---|
| United States | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Canada | 0.941 | 1.002 | 0.908 | 1.034 |
| Italy | 0.834 | 1.063 | 0.650 | 1.207 |
| West Germany | 0.818 | 1.118 | 0.802 | 0.912 |
| France | 0.818 | 1.091 | 0.666 | 1.126 |
| United Kingdom | 0.727 | 0.891 | 0.808 | 1.011 |
| Hong Kong | 0.608 | 0.741 | 0.735 | 1.115 |
| Singapore | 0.606 | 1.031 | 0.545 | 1.078 |
| Japan | 0.587 | 1.119 | 0.797 | 0.658 |
| Mexico | 0.433 | 0.868 | 0.538 | 0.926 |
| Argentina | 0.418 | 0.953 | 0.676 | 0.648 |
| U.S.S.R. | 0.417 | 1.231 | 0.724 | 0.468 |
| India | 0.086 | 0.709 | 0.454 | 0.267 |
| China | 0.060 | 0.891 | 0.632 | 0.106 |
| Kenya | 0.056 | 0.747 | 0.457 | 0.165 |
| Zaire | 0.033 | 0.499 | 0.408 | 0.160 |
| Average, 127 countries: | 0.296 | 0.853 | 0.565 | 0.516 |
| Standard deviation: | 0.268 | 0.234 | 0.168 | 0.325 |
| Correlation with $Y/L$ (logs) | 1.000 | 0.624 | 0.798 | 0.889 |
| Correlation with $A$ (logs) | 0.889 | 0.248 | 0.522 | 1.000 |

The elements of this table are the empirical counterparts to the components of equation (3), all measured as ratios to the U. S. values. That is, the first column of data is the product of the other three columns.

# Conclusions du modèle augmenté du capital humain (Hall et Jones)

- Les différences d'intensité capitalistique K/L et de capital humain H/L n'expliquent qu'une faible partie des différences de produit par tête observées
- Les différences proviennent essentiellement de la productivité globale des facteurs, donc du niveau technologique A
- ex de la Chine: si elle avait eu en 1988 la même productivité globale A, la Chine aurait eu un produit par tête égal à 50% de celui des USA, contre 6% en réalité
- Conclusion: la course au développement est essentiellement une course au progrès technique: rattraper le niveau technologique du peloton de tête…

# Le « rattrapage » :mode d’emploi

- Si la technologie est en retard en A, il peut « copier » B (transfert de technologie: le TGV en Corée du sud, Peugeot en Chine).
- En « copiant », A peut obtenir un tx de progrès technique Ga plus élevé qu’en B (qui ne peut copier sur personne mais doit innover)
- Si le K/tête est plus bas en A, il peut l’augmenter plus vite qu’en B par un effort d’épargne supérieur pendant la phase de « rattrapage » (Chine s=40%)
- Si le capital humain est trop bas, il faut consacrer plus d’effort à l’éducation en % du PIB.
- Mais une fois le rattrapage effectué (même K/AN), un tx d’épargne plus élevé n’apporte plus de croissance supplémentaire (ex: le Japon depuis 1990)

# Taux de croissance démographique et revenu/hab

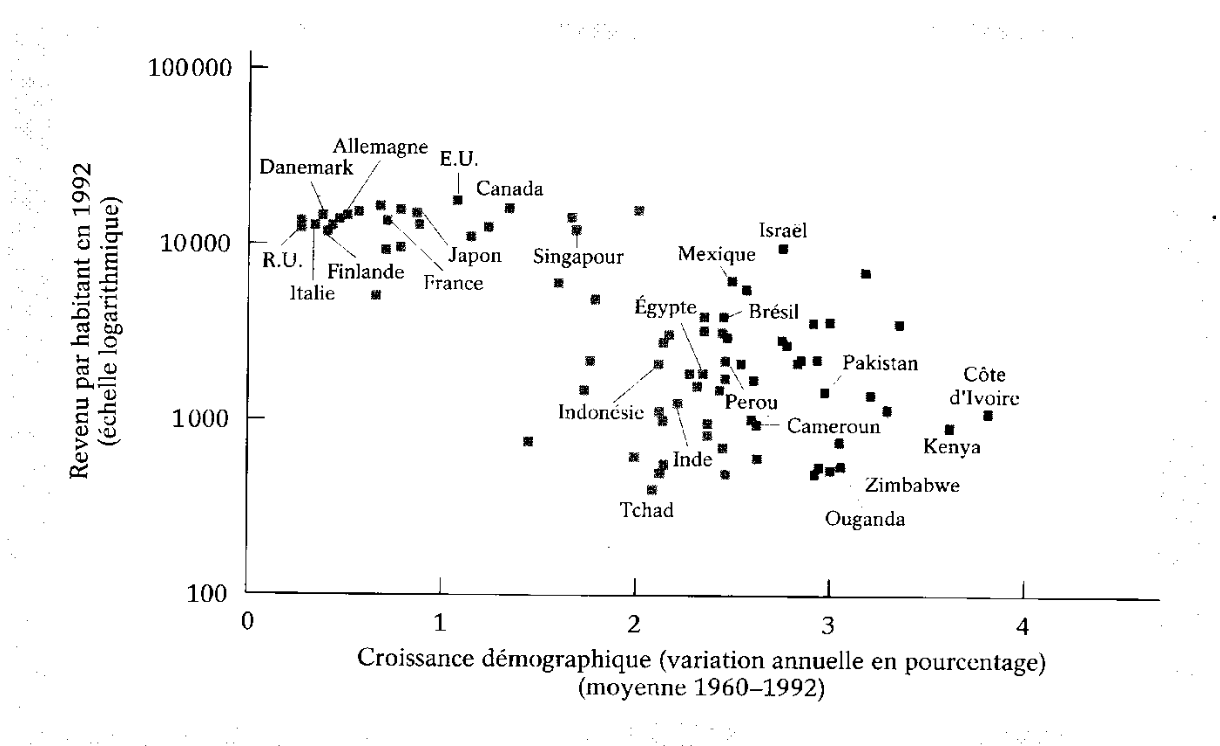



**Figure 7.13** Données internationales sur la croissance démographique et le revenu par habitant

La figure présente un diagramme de dispersion basé sur les données relatives à 84 pays. Elle montre que les pays dotés de taux de croissance démographique élevés tendent à connaître des niveaux de revenu par habitant relativement faibles, comme le prévoit le modèle de Solow.

*Source* : Robert Summers et Alan Heston, Supplément (Mark 5.6) à « The Penn World Table (Mark 5) : An Expanded Set of International Comparisons 1950 – 1988 », *Quarterly Journal of Economics* (mai 1991) : 327 – 368.

# Conclusion

- A long terme seul le taux de croissance du progrès technique détermine le tx de croissance du produit par tête
  - Ceci explique le rattrapage (partiel) des USA par les pays européens et le Japon après 1945 : ils ont « copié » les méthodes US
- La hausse accélérée du capital/travailleur et l'acquisition de savoir technologique (et de K humain par l'éducation) sont les deux moyens de « rattraper » un retard initial de produit par tête
- Un taux d'épargne élevé, et un effort d'investissement en R&D et en éducation, permettent de rattraper plus vite le niveau de produit par tête des pays plus avancés, et d'élever le produit par tête de l'état stationnaire lorsqu'il est atteint.


FIN